www.jgk.imamreza.ac.ir

پژوهشنامه خراسان بزرگ

دوره ۱۴، شماره ۵۱، تابستان ۱۴۰۲

ISC | MSRT | ICI

شاپا چاپی: ۶۱۳۱-۲۲۵۱ شاپا الکترونیکی: ۱۶۷۱-۲۷۱۷

مقاله پژوهشی

بررسی باستان‌شناسی معدن‌کاوی و کارگاه‌های صنعتی استحصال فلز در منطقه طبس خراسان

ذبیح‌الله مسعودی [الف]، عابد تقوی* [ب]، حسن هاشمی زرج‌آباد [پ]، پرستو نعیمی [ت]

الف) دانشجوی دکتری، گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، ایران (z.masoudi@stu.umz.ac.ir)

ب) استادیار، گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، ایران (نویسنده مسئول)

پ) دانشیار، گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه مازندران، ایران (h.hashemi@umz.ac.ir)

ت) محقق حفاظت از آثار فلزی، پژوهشکده حفاظت و مرمت-آثار تاریخی، ایران (p.naeimi@richt.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۲

شماره صفحات: ۱۱۲-۸۹

واژگان کلیدی:

بررسی باستان‌شناسی، فلزگری کهن، بقایای ذوب فلز، طبس، معدن‌کاوی

استناد به مقاله:

مسعودی، ذبیح‌اله؛ و همکاران. «بررسی باستان‌شناسی معدن‌کاوی و کارگاه‌های صنعتی استحصال فلز در منطقه طبس خراسان». *پژوهشنامه خراسان بزرگ*. ۱۴. (۵۱)، ۸۹-۱۱۲.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید.

چکیده

تجمع معادن غنی از انواع فلزات در منطقه خراسان بزرگ و پیشینه درخشان در تولید آثار فلزی از دوران پیش از تاریخ تا دوران اسلامی سبب شد تا متون و منابع کهن همواره بر پویایی فلزکاری در ولایات شمال‌شرقی و جنوب‌شرقی ایران تأکید نمایند. این مناطق به دلیل برخورداری از معادن غنی فلزی، همواره از اهمیت مشهودی برخوردار بوده‌اند. هرچند در سالیان گذشته تحقیقات جدیدی در رابطه با مطالعهٔ استخراج کانی از معادن باستانی و ذوب این کانی‌ها در مناطق مذکور انجام‌شده است، اما درخور استعدادهای فرهنگی-تاریخی این پهنهٔ فرهنگی نبوده است. شهرستان طبس در استان خراسان جنوبی در حاشیهٔ کویر لوت در محاصره کویر لوت در جنوب و جنوب‌شرق و دشت کویر در غرب و شمال‌غرب قرارگرفته است. در این منطقه فرهنگی شواهد بسیار زیادی از محوطه‌های ذوب و همچنین کانسارهای معدنی وجود دارد که هم از لحاظ شواهد ذوب و استحصال فلز و هم به‌واسطهٔ وجود شواهد استخراج فلز حائز اهمیت است. طی بررسی‌های میدانی باستان‌شناسی در ۱۳۹۴ش و ۱۳۹۷ش و بازدید میدانی نگارندگان در ۱۴۰۰ش، در این پهنه فرهنگی ۳ معدن و ۱۲ محوطه ذوب فلزکشف شده است که بیانگر نقش و اهمیت معدن‌کاوی و فلزگری کهن در حیات اجتماعی و اقتصادی آن است. این پژوهش سعی دارد با استناد به نتایج بررسی روشمند میدانی باستان‌شناسی، متون و منابع نوشتاری، با روش توصیفی-تحلیلی شواهد مرتبط با صنعت فلزکاری، فناوری ذوب و نوع کانسار استحصال‌شده را بازشناساند تا امکان درک بهتر فرایند و چرخهٔ فلزکاری شامل سه مرحله معدن‌کاوی، استخراج و ذوب فلزات فراهم آید. با بررسی‌های انجام‌شده، گونه‌شناسی و مقایسه تطبیقی سرباره‌های مکشوفه با مراکز فلزی شناخته‌شده همجوار، به نظر می‌رسد ترکیب سرباره‌ها شامل عناصر اصلی آهن، سرب و مس باشد. مطالعات و بررسی‌های میدانی باستان‌شناسی نشان می‌دهد، فلزگران این منطقه از روش‌های روباز و زیرزمینی برای استخراج کانی استفاده می‌کردند و پس از انتقال کان‌سنگ به کارگاه‌ها و کوره‌های ذوب، فرایند ذوب فلز انجام شده است. مواد فرهنگی (سفال) به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که این معادن، دوران سلجوقی تا تیموری را در برمی‌گیرد.

DOI: https://doi.org/10.22034/JGK.2023.315082.1001
URL: https://jgk.imamreza.ac.ir/article_179318.html

نویسنده مسئول مکاتبات: (Abed.taghavi@umz.ac.ir)

مقدمه

به استناد مطالعاتی که تاکنون توسط پژوهشگران داخلی و خارجی انجام‌گرفته، سرزمین پهناور ایران، زادگاه، مرکز و مهد فناوری‌های گوناگون بوده است. یکی از فناوری‌های مهم در حوزۀ فرهنگ و تاریخ ایران، مطالعات معدن‌کاری و فلزگری است که از سابقه‌ای دیرین برخوردار است. با توجه به شواهد متعدد باقی‌مانده، ایرانیان به‌عنوان یکی از پیشگامان مؤثر در صنعت معدن‌کاوی و فلزگری بوده و از دانش و مهارت بالایی برخوردار بوده‌اند. سابقه‌ی فلزگری در ایران به حدود ۷۰۰۰ ق.م بازمی‌گردد (Thornton, 2009: 303). نخستین فلزات مورداستفاده بشر از طریق استخراج و یا ذوب سنگ معدن به دست نیامده، بلکه به‌صورت خالص در طبیعت وجود داشته و فلزات خالص را با فن چکش‌کاری سرد و گرم فرم و شکل می‌داده‌اند (Chegini et al, 2000: 281). اولین فلزات شناخته‌شده در طبیعت، طلا، مس، نقره و آهن هستند. مقدار اندک فلزی که به‌طور طبیعی در اختیار انسان قرار گرفت و تشدید احتیاج به مصنوعات فلزی، سبب تحول عظیمی در هنر و صنعت فلزکاری شد و این انقلاب در ذوب سنگ مس معدنی، در ایران در اواخر هزارۀ پنجم ق.م رخ داد (طلایی، ۱۳۸۱: ۵۴۸؛ Vatandoust, 2000: 2; Oudbashi et.al, 2012: 157; Nezafati, et.al, 2008: 3). ایران از لحاظ طبیعی داراي ذخایر بزرگی از کانی‌هاست. شواهد و مدارك زمین‌شناسی و باستان‌شناسی این نکته را تأیید می‌کند که ایران جزء قدیمی‌ترین مراکز صنعت فلزکاري جهان بوده است. ناگفته بدیهی است که بشر تنها در سرزمینی می‌توانست به سودمندي فلز پی ببرد که در آن منطقه فلزات و کانی‌هاي فراوانی وجود داشته باشد (فرمانی‌انوشه و ساداتی، ۱۳۹۴: ۶۷۵). غنای سرزمین ایران از نظر منابع معدنی و شناسایی استقرارهای صنعتی کهن در ارتباط با امر ذوب فلز در مناطق مختلف همچون تپه قبرستان، تپه یحیی، محوطه شهداد، تپه ابلیس، تپه حصار دامغان، اریسمان را می‌توان دید (نیکزاد و همکاران، ۱۳۹۷:۲). تجمع معادن غنی از انواع فلزات در منطقه خراسان بزرگ و پیشینه درخشان در تولید آثار فلزی از دوران پیش از تاریخ تا دوران اسلامی سبب شد تا متون و منابع کهن همواره بر پویایی فلزکاری در ولایات شمال‌شرقی و جنوب‌شرقی ایران تأکید نمایند. این آثار نشان می‌دهند که نواحی شمال آذربایجان، شیراز، بلوچستان و جنوب خراسان، مشهد، سبزوار، کرمان، ناحیه انارک، کوه‌های کرکس کاشان و البرز، از قدیمی‌ترین منابع تهیه مس بوده‌اند (فیضی، ۱۳۸۲: ۲۶). چرخه صنعت فلزکاری همانند دیگر انواع صنایع شامل مراحل زنجیرواری است که از مرحله معدن‌کاوی و استخراج کانی معدنی آغاز و با گداز سنگ‌های معدنی و استخراج فلزات تا مرحله تولید و توزیع ادامه می‌یافته است. در طی این چرخه و در طول هزاره‌ها از هر یک از مراحل تولید شواهدی باستان‌شناختی برجای‌مانده که با شناسایی و مطالعه آن‌ها می‌توان به درک ظرفیت فلزکاری در منطقه و توانایی ساکنان آن در بهره‌برداری از امکانات و قابلیت‌های زیست‌بوم چون منابع آبی، پوشش گیاهی و کانسارها دست‌یافت (حاجی علی‌لو و لاله، ۱۳۹۲: ۱۰۱). در این راستا شناسایی بقایا و آثار مرتبط با هریک از این فعالیت‌ها در بازسازی صنعت فلزکاری در دوران گذشته اهمیت دارد.

طبس در جنوب خراسان ازجمله مناطقی است که به جهت انبوه محوطه‌های سرباره ذوب و همچنین حفره‌های استخراج کانسار از منظر مطالعات معدن‌کاری و ذوب فلزات دارای قابلیت‌های بالایی است که چندان موردتوجه قرار نگرفته، به‌طوری‌که شهرستان طبس ازنظر فعالیت‌های معدن‌کاوی بااهمیت بوده و امروزه نیز معادن فعالی ازجمله معدن زغال‌سنگ پروده در این شهرستان قرار دارد که در سطح کشور از اهمیت برخوردار است. هرچند طی سالیان گذشته، مطالعات مختلفی از سوی زمین‌شناسان در راستای شناسایی معادن جدید در این شهرستان انجام شده، بااین‌وجود در رابطه با معدن‌کاوی کهن این شهرستان تحقیقاتی اندکی صورت گرفته است. طی بررسی‌های باستان‌شناختی شهرستان طبس طی ۱۳۹۴ش تا ۱۳۹۷ش (محمودی‌نسب، ۱۳۹۷؛ عنانی، ۱۳۹۴) و بازدید میدانی نگارندگان در بهار ۱۴۰۰ش از محوطه‌های موردمطالعه، شواهدی از ۱۲ محوطه ذوب و ۳ معدن مربوط به دوران

سلجوقی تا تیموری موردبررسی و شناسایی قرار گرفت[1] که بامطالعه و بررسی آن‌ها می‌توان به درک بهتر فرایند صنعت فلزکاری شامل معدن‌کاری، استحصال و ذوب فلز و درنهایت شناخت فلزکاری منطقه و نقش و تأثیرات اجتماعی اقتصادی صنعت فلزکاری در بستر تحولات تاریخی و فرهنگی طبس دست‌یافت. در راستای اهمیت موضوع، سه سؤال برای این تحقیق در نظر گرفته‌شده است: با توجه به اهمیت شهرستان طبس از منظر مطالعات معدن‌کاری، قدیمی‌ترین شواهد معدن‌کاری در این منطقه به چه دوره‌ای بازمی‌گردد؟ شواهد استخراج، چه فلزاتی از معدن و کوره‌ها شناسایی‌شده و نحوه استخراج کانسار از معدن به چه شکل بوده است؟

روش پژوهش

تحقیق حاضر بر اساس هدف از نوع بنیادی و بر اساس ماهیت و روش از نوع تاریخی است ازآنجایی‌که روند پژوهش بر مبنای شناسایی و کشف معدن، محوطه‌های ذوب فلزات و شواهد معدن‌کاوی است، از دو روش بررسی میدانی باستان‌شناسی و مطالعات اسنادی بهره گرفته‌شده است. در روش مطالعات کتابخانه‌ای از کتب تاریخی و زمین-شناسی، مقالات و پایان‌نامه‌ها و گزارش‌های بررسی باستان‌شناختی منطقه استفاده شده است. مطالعات و بررسی‌های میدانی که توسط محمودی‌نسب و عنانی ۱۳۹۴ش تا ۱۳۹۷ش و همچنین نگارندگان در بهار ۱۴۰۰ش انجام‌شده است، شامل تهیه نقشه توپوگرافی منطقه، عکس‌برداری، شناسایی محوطه‌ها و معادن و تعیین محدوده و نوع معادن، شناسایی کوره‌های ذوب و درنهایت نمونه‌برداری از محوطه‌های ذوب فلز به‌صورت تصادفی است که در این نمونه‌برداری سعی بر آن بود هم از سطح محوطه‌ها و هم از درون کوره‌ها نمونه‌برداری انجام شود.

پیشینه پژوهش

تألیفات به‌جای مانده در زمینهٔ شناخت ویژگی انواع کانی‌ها و چگونگی ذوب و گداز آن‌ها از نخستین قرون دوران اسلامی تا قرن سیزدهم هجری نشان از استمرار درخور توجه کانی‌شناسی و درنتیجه اهمیت منابع معدنی و گداز فلزات در توسعه و شکوفایی مراکز شهری دارد. با رونق استخراج معادن از قرون سوم و چهارم هجري به بعد، نام جای‌های متعددی از معادن در منابع تاریخی و جغرافیایی برجای‌مانده که در این میان سهم ایالت خراسان قابل‌توجه است. در دوره اسلامی ابن‌حوقل از وجود معادن مس در ناحیه خراسان یاد کرده است (ابن‌حوقل، ۱۳۴۵: ۱۶۹). حمدالله مستوفی معادن مس را در بیشتر مناطق ایران ذکر می‌کند (مستوفی، ۱۳۶۲: ۲۰۳) و از معادن آهن در نقاط مختلف ایران ازجمله خواف قهستان یاد کرده است (همان: ۲۰۲). مقدسی نیز به معادن مومیایی، سیم و زر در منطقه قهستان اشاره کرده است (مقدسی،۱۳۶۱:۵۹۴) مطالعات و پژوهش‌های باستان‌شناسی معدن در جنوب خراسان تاکنون به‌صورت هدفمند صورت نگرفته است، اما بررسی‌های و کاوش‌های انجام‌گرفته در برخي محوطه‌های استان که اسناد و مدارك آن در آرشيو پژوهشي ميراث فرهنگي خراسان جنوبي موجود است، شواهدي از فعاليت‌های معدن كاري و فلزكاري را ارائه می‌نمايد. در رابطه با فعالیت معدن‌کاوی شهرستان طبس تنها در بررسی باستان‌شناسی شهرستان طبس این معادن و کوره‌ها مورد شناسایی قرارگرفته است (عنانی، ۱۳۹۴؛ محمودی‌نسب، ۱۳۹۷). بیشتر تحقیقات صورت گرفته مربوط به سایر شهرستان‌های استان خراسان جنوبی است، ازجمله پروژه‌های انجام‌گرفته در زمینهٔ باستان‌شناسی معادن خراسان جنوبی پروژه «فلزگري در منطقه جنوب شرقي ايران» است كه توسط رحمت عباس‌نژاد ۱۳۷۶ش با حمايت معاونت پژوهشي دانشگاه سيستان و بلوچستان انجام گرفته و منجر به شناسايي ۵۶ مركز ذوب فلز گرديد كه از اين تعداد ۹ مركز در حوزه جغرافيايي خراسان جنوبي (نهبندان، بيرجند و فردوس) قرار داشتند. معادن كلات آهني در جنوب شرقي فردوس، كاخ فردوس و مير خاش در جنوب فردوس، شكسته سبز در شمال غرب بيرجند، لوفت‌آباد و درميان در شرق بيرجند و معادن قلعه زري و دهسلم ازجمله مراكز فلز شناسايی‌شده در پروژه مذكور بودند (عباس‌نژاد، ۱۳۷۶: ۶۵-

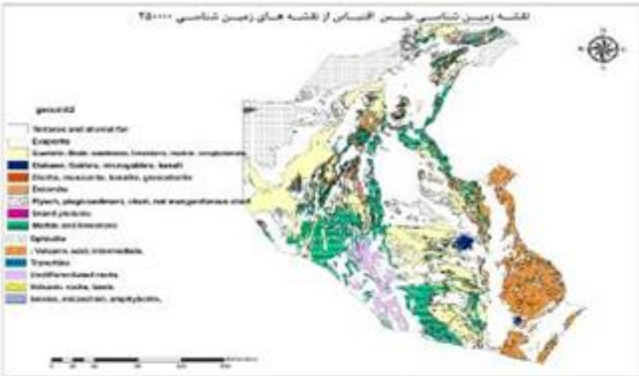
[1]. تعداد ۱۲ محوطه ذوب فلز شامل خانه‌های کال، نجف‌آباد، اشغال مس، پیش کویر ظاهر پروده خاکی پروده پشت قلعه پروده، ملوند، سرچشمه دیهوک، چشمه شیر، تلخاب، سرب کویر، کمر بزی، مس پروده که به جهت تعداد زیاد محوطه‌های ذوب فلز در این پژوهش شاخص‌ترین آن‌ها موردمطالعه و بررسی قرار گرفتند.

۷۳). «پژوهش‌های باستان‌شناسی معادن کهن در خراسان جنوبی، مطالعهٔ موردی نویافته‌های مراکز کهن ذوب فلز شوسف نهبندان» (هاشمی‌زرج‌آباد و تقوی، ۱۳۹۱)، «بررسی باستان‌شناسی بخش شوسف نهبندان معرفی مراکز ذوب فلز» (هاشمی‌زرج‌آباد، ۱۳۹۲)، «پژوهش‌های آرکئومتالورژی و معدنکاری کهن در خراسان جنوبی (با تکیه‌بر بررسی‌های باستان‌شناسی و آزمایش‌های پتروگرافی)» (بیگی‌هرچگانی و همکاران، ۱۳۹۴)، «پژوهش باستان-شناسی ذوب فلزات در شرق ایران مطالعه موردی محوطه مسگران یکی از بزرگ‌ترین کارگاه‌های ذوب فلز در خراسان جنوبی» (هاشمی‌زرج‌آباد و همکاران، ۱۳۹۵)، (Archaeological Investigation of Metal Smelting In Eastern Iran, Case Study: Mesgaran Area, One of the Most Ancient Metal Smelting Plants in South Khorasan (Hashemi Zarjabad, 2015)، «بررسی باستان‌شناسی محوطه‌های فلزگری کهن در شمال شرقی خراسان جنوبی مطالعه موردی: منطقه زیرکوه» (قاسم‌نژاد، ۱۳۹۶)، «معرفی کارگاه‌های صنعتی کهن ذوب فلز با تکیه‌بر مطالعات باستان‌شناسی (مطالعه موردی منطقه زیر کوه)» (قاسم‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۶)، «پژوهشی بر فعالیت‌های معدن‌کاوی و ذوب فلز باستان در شهرستان خوسف، خراسان جنوبی، حاشیهٔ شرقی کویر لوت» (نیکزاد و همکاران، ۱۳۹۷)، An investigation of ancient mining and metallurgy activities in Khosf county, South Khorasan province, Eastern edge of Lut Desert, Iran; in the (Nikzad, 2016) ازجمله دیگر موارد است که می‌توان به آن‌ها اشاره کرد.

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه موردمطالعه

شهرستان طبس در غرب استان خراسان جنوبی با 55460 کیلومترمربع وسعت در تقسیمات کشوري به 3 بخش و 8 دهستان تقسیم شده است. بخش‌های شهرستان طبس عبارت‌اند از: بخش مرکزي به مرکزیت طبس، بخش دستگردان به مرکزیت شهر عشق‌آباد و بخش دیهوك به مرکزیت شهر دیهوك که در حاشیهٔ کویر لوت واقع شده است. کلیت ساختمان زمین‌شناسی و ژئومورفولوژي منطقه را مجموعه‌اي گسترده و مرتبط از بخش‌هاي کویري، دشت و ارتفاعات تشکیل می‌دهد، به‌گونه‌ای که ارتفاعات شتري به‌صورت یک‌رشته کوه شمالی-جنوبی از جنوب‌شرق طبس تا شمال‌شرق آن به طول ۱۰۰ کیلومتر به‌صورت دیواره مرتفعی با روند شمالی-جنوبی، کویر لوت را از دشت کویر جدا می-کند. این ارتفاعات که حد شرقی حوضه آبریز طبس را تشکیل می‌دهد، شامل ۵۰۰۰ متر سنگ‌هاي رسوبی متعلق به دونین تا کرتاسه است که عمدتاً در محیط‌هاي دریایی تشکیل شده است. ارتفاعات بخش شرقی طبس شامل شیل‌هاي قرمزرنگ سازند سرخ شیل و دولو میت‌ها و آهک-هاي سازند شتري است. ماسه‌سنگ و شیل‌هاي سازند شمشک، آهک‌هاي آمونیت‌دار سازند بادامو، آهک‌هاي مرجانی سازند اسفندیار در شیل‌هاي سبزرنگ بغمشا از دیگر سازندهاي عمده در بخش‌هاي شرقی و شمال‌شرقی حوضه آبریز طبس هستند. در قسمت‌هاي مجاور دشت، همچنین سنگ کف دشت طبس رسوبات قاره‌اي نئوژن شامل کنگلومرا ماسه‌سنگ‌هاي ژیپس‌دار قرار دارند. در قسمت‌هاي غربی دشت طبس رسوبات ژوراسیک گسترش قابل‌توجهی دارند. ماسه‌سنگ‌ها و شیل‌هاي خاکستري همراه با عدسی‌هاي بوکسیت در قسمت‌هاي تحتانی، باسن ژوراسیک زیرین در قسمت جنوب غرب طبس دیده می‌شوند. ارتفاعات طبس از چین‌خوردگی‌هاي جوان دوران سوم زمین‌شناسی است. ارتفاعات شتري در شرق و کلمرد در غرب از عمده‌ترین آن‌ها به شمار می‌رود (نوری‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۹-۱۱۰). منطقه کلمرد و پیرحاجات مجموعه کوه‌های نسبتاً پراکنده و بسیار قدیمی درنجال متعلق به دوران اول زمین‌شناسی با قدمتی بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ میلیون سال قرار دارد. ضلع جنوبی دشت فروافتاده یا همان چالهٔ طبس توسط کوه‌های نسبتاً پراکنده و کم ارتفاع (بعضاً با روند شرقی-غربی) پروده مشخص می‌شود که اغلب متعلق به دوران دوم زمین‌شناسی بوده و شامل مجموعه رسوبات زغال‌داری است که معادن عظیم زغال‌سنگ پروده را در خود جای‌داده است. بخش غربی چاله طبس را کوه-های بسیار قدیمی و فرسایش یافته و نسبتاً پراکنده کلمرد (با رخنمون‌هایی قدیمی‌تر از ۶۰۰ میلیون سال قبل) و رشته ارتفاعات نسبتاً کم ارتفاع مزینو با روندی شمالی-جنوبی

متشکل از رسوبات زغال‌دار دوران دوم زمین‌شناسی تشکیل می‌دهند. ادامهٔ این ارتفاعات از سمت شمال با انحنای ملایمی به سمت شرق به دشت کویر رسیده و از سمت جنوب نیز با انحنایی ملایم به دنباله جنوبی ارتفاعات منطقه نایبند و دربند و ارتفاعات شمال‌شرق بهاباد می‌رسد (نقشه ۱). بلوک طبس میان گسل نایبند در خاور و گسل کلمرد-کوهبنان در باختر قرار دارد. بخشی از یک قلمرو ساختاری که در کناره‌ها و بستر خود توسط گسل‌هایی از پی‌سنگ بریده‌شده به‌گونه‌ای که در پالئوزوئیک و مزوزوئیک توالی چینه‌شناسی متفاوتی از نواحی مجاور داشته است و از پایان مزوزوئیک به سبب عملکرد تنش‌های زمین‌شناختی همگرا در راستای بیشتر خاوری-باختری با خروج زمین‌ها و فراخاست کوه‌ها به خشکی تبدیل شده است (آقانباتی،۱۳۸۳: ۵۸) بلوک کلمرد بخشی کوچک از خرده قاره ایران مرکزی است که روند شمال خاوری دارد و میان گسل کلمرد در خاور گسل پوشیده نائینی در باختر قرارداد (همان: ٦٣).



نقشه ۱: نقشه زمین‌شناسی طبس اقتباس از نقشه‌های زمین‌شناسی (مأخذ: URL1)

بررسی باستان‌شناسی و کشف محوطه‌های ذوب فلز در منطقه موردمطالعه

امروزه از نظر اقتصادی، فعالیت‌های مرتبط با معدن‌کاری در شهرستان طبس به‌عنوان یکی از مناطق بااهمیت کشور محسوب می‌شود، بررسی‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد که درگذشته نیز معدنکاری و استحصال فلز نقش عمده‌ای در ساختارهای اقتصادی و اجتماعی این منطقه داشته است. منطقه موردبررسی، شهرستان طبس، در زمینهٔ مطالعات باستان‌شناسی در قیاس با دیگر مناطق ایران، منطقه‌ای ناشناخته است. بااین‌وجود، این منطقه از منظر مطالعات معدن‌کاری و ذوب فلز باستانی دارای قابلیت‌های بالایی است. بررسی باستان‌شناسی و مطالعات میدانی منطقه موردمطالعه در فاصله ۱۳۹۴ش تا ۱۳۹۷ش توسط محمودی‌نسب و عنانی انجام شد و طی آن ۱۲ محوطه و ۳ معدن یک معدن در بخش مرکزی، یک معدن در بخش دستگردان و یک معدن در بخش دیهوک شناسایی‌شده است (محمودی‌نسب، ۱۳۹۷؛ عنانی، ۱۳۹۴؛ نگارندگان ۱۴۰۰) (نقشه ۲). معادن شناسایی‌شده مربوط به کانسنگ مس و سرب بوده‌اند که استخراج مواد معدنی از آن‌ها به‌صورت روباز و زیرزمینی انجام شده است. محوطه‌های ذوب فلز شناسایی‌شده به جهت تأمین سوخت موردنیاز، معمولاً بافاصله از معادن واقع‌شده‌اند و در سطح محوطه‌ها حجم زیادی از سرباره‌ها که به لحاظ فرم و شکل ظاهری دارای شکل براق و شیشه‌ای و همچنین نمونه‌هایی داری تخلخل بودند، پراکنده است. سرباره‌ها (Slag)، تفاله‌های سیلیکاته ناشی از فرایند ذوب هستند. بامطالعه بر روی سرباره‌ها فلز مورد استخراج با خصوصیات خاص عناصر کمیاب، اصلی و فرعی موجود و همچنین فناوری‌های به‌کاررفته جهت استحصال مواد خام، موردبررسی قرار می‌گیرد.



نقشه ۲: موقعیت و پراکنش معادن و محوطه‌های ذوب در سه بخش دیهوک، مرکزی و دستگردان شهرستان طبس (مأخذ: نگارندگان)

شناسایی و کشف معادن و محوطه‌های ذوب کانی

معدن خانه کال

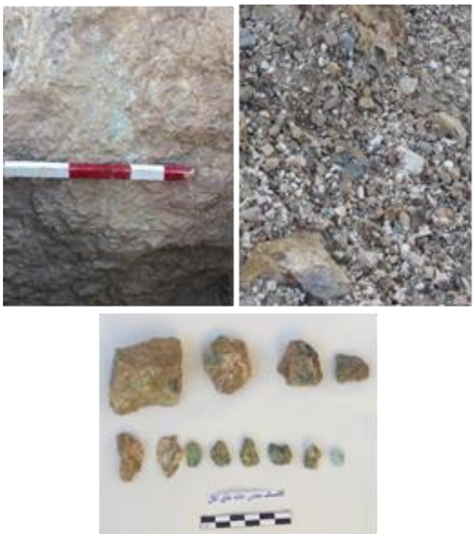
معدن خانه کال بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۵۳۰۹۳۶/ ۳۵۹۱۴۲۳ با ارتفاع متوسط ۱۹۰۶ از سطح دریا واقع است (تصویر ۱). این معدن در مناطق حفاظت‌شده نایبند شهرستان طبس قرار دارد و دسترسی به این معدن فقط با یک راهنمای محلی امکان‌پذیر است. این معدن از شمال و شرق با کوه و از جنوب و غرب با رودخانه و کوه هم‌جوار است. پوشش گیاهی اطراف این اثر را درختان بنه، گز، بادامشک و درختچه قیچ و بوته‌های درمنه تشکیل می‌دهد. معدن خانه کال در یک محیط کوهستانی در منطقه حفاظت‌شده نایبند در وسط دره‌ای قرارگرفته است. این معدن به‌صورت روباز بر دامنهٔ کوهی به ارتفاع ۲۲۰۰ متر نسبت به محیط اطراف قرار دارد (تصویر ۲) و معدن دیگری به‌صورت زیرزمینی و تونل مانند در دل کوه ایجاد شده است که با توجه به درصد کانی استخراج‌شده و رگه‌های موجود (تصویر ۳)، این فضا با ابعاد متغیری است. در یک نمونه از این معدن‌ها که در دامنه کوه و در حاشیه رودخانه قرار دارد، تونلی با عرض ۲ و ارتفاع ۲ متر و طول ۱۲۰ متر ایجاد شده است. در بعضی که استخراج بیشتری صورت پذیرفته، در کنار معدن اتاقکی نیز جهت استراحت کارگران قرار دارد. این اتاقک‌ها معمولاً به‌صورت خشکه‌چین و فاقد سقف است. دهانه معدن رو به غرب است. معدن به‌صورت مستقیم طراحی‌شده، بااین‌وجود در مکان‌هایی که رگه‌های کانی بیشتر می‌شود، به دنبال رگه‌های کانی به دو طرف نیز راهرویی ایجاد شده است.



تصویر ۱: موقعیت معدن خانه کال در تصویر ماهواره‌ای (مأخذ: URL2)



تصویر ۲: معدن خانه کال (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۳: کانسنگ و رگه‌های مس معدن خانه کال (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز خانه‌های کال

کوره‌های خانه کال بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۵۲۹۶۲۵/ ۳۵۹۱۰۰۶ با ارتفاع متوسط ۱۸۸۶ از سطح دریا واقع است (تصویر ۴). این کوره‌ها در منطقه حفاظت‌شده نایب‌اند شهرستان طبس قرار دارد و دسترسی به این کوره‌ها با یک راهنمای محلی امکان‌پذیر است. پوشش گیاهی اطراف این اثر را درختان بنه، گز، بادامشک و درختچه قیچ و بوته‌های درمنه تشکیل می‌دهد. کوره‌های خانه کال در یک محیط کوهستانی در وسط دره‌ای قرارگرفته است. این کوره‌ها مربوط به کوره ذوب مس بوده که کانسنگ موجود از کوه‌هایی به فاصلهٔ ۱۲۰۰ متری در شرق این کوره‌ها استخراج و به این مکان آورده شده است. حدود پنج کوره در این محیط شناسایی‌شده که تنوره دو کوره و سرباره‌هایی که اطراف آن ریخته نسبتاً سالم‌تر و بقایای معماری این کوره‌ها مشهود است (تصاویر ۵، ٦). بقیه کوره‌ها به‌طور کامل تخریب و فقط بقایای آن روی در سطح مشخص است. بقایای معماری کوره نشان می‌دهد که محیط این کوره‌ها به‌صورت مدور بوده است. با توجه به کوره‌های باقی‌مانده، این کوره‌ها از نوع کوره‌های تنوره‌ای بوده که معمولاً با چوب کوره را روشن و حرارت را ایجاد می‌کردند. پوشش گیاهی غنی اطراف این کوره‌ها موجب شده که در تأمین سوخت کوره مشکلی نباشد. با توجه به اینکه این کوره‌ها از نوع کوره تنوری است، به‌احتمال دارای پوشش گنبدی بوده و دود حاصل از آتش داخل تنوره از دودکشی در سقف به بیرون هدایت می‌شده است. علاوه بر دودکش‌های سقف، دودکش‌هایی در بدنه دیوار نیز ایجادشده تا فرآیند انتقال دود را بهتر انجام دهد. نظر به اینکه کوره آجرپزی به حرارت بیشتری جهت پخت آجر لازم دارد، مدت‌زمان بیشتری آتش داخل کوره را روشن می‌کردند. علاوه بر بقایای کوره، معماری فضای مسکونی در ارتباط با اسکان کارگران و کارفرمایان در اطراف کوره قرار دارد و تقریباً ۲۵ اتاق قابل‌شناسایی است و ابعاد اتاق‌ها معمولاً ۲/۵ × ۴ متر است که با سنگ به‌صورت خشکه‌چین و یا ملات گل ساخته شده است. پوشش اکثر این اتاق‌ها با استفاده از تخته‌سنگ، چوب و بوته‌های درمنه است (تصویر ۷). فضاهای مسکونی در ارتباط با کارفرمایان دارای ابعاد بزرگ‌تری بوده و با خشت‌خام ساخته‌شده و دیوارها دارای اندود گچ است. علاوه بر فضاهای مسکونی در طول مسیر تا کوره‌ها بقایای راه منتهی به کوره‌ها نیز مشخص است و در بعضی قسمت‌ها به دلیل شیب دامنه دیواره‌ای سنگی جهت سهولت رفت‌وآمد از کوره تا معادن تعبیه شده است.

از بررسی کوره‌های خانه کال هفت قطعه سفال جمع‌آوری گردید که از این تعداد پنج قطعه سفال شاخص است. یک قطعه مربوط به لبه، دو قطعه کف و دو قطعه بدنه است که یک قطعه با خمیره نخودی و چهار قطعه با خمیره قرمز است. پوشش درونی دو سفال با لعاب گلی نخودی و سه سفال

به‌صورت لعاب‌دار و پوشش بیرونی یک سفال با لعاب گلی نخودی، یک مورد با لعاب گلی قرمز و سه مورد لعاب‌دار است. آمیزه پنج قطعه سفال ماسه است. پنج قطعه سفال با چرخ سفالگری و با پخت کافی است و یک قطعه سفال با نقش قالبی، یک مورد با نقش کنده (فشاری و کنده) و سه قطعه با نقاشی زیر لعاب تزئین شده است. از فرم‌های قابل‌بازشناسی در این گروه می‌توان به کاسه‌های کوچک کم‌عمق اشاره نمود. با توجه به تکنیک سفالگری کوره‌های خانه کال، این محوطه مربوط به دوران سلجوقی تا تیموری است (تصاویر ۸ و ۹).

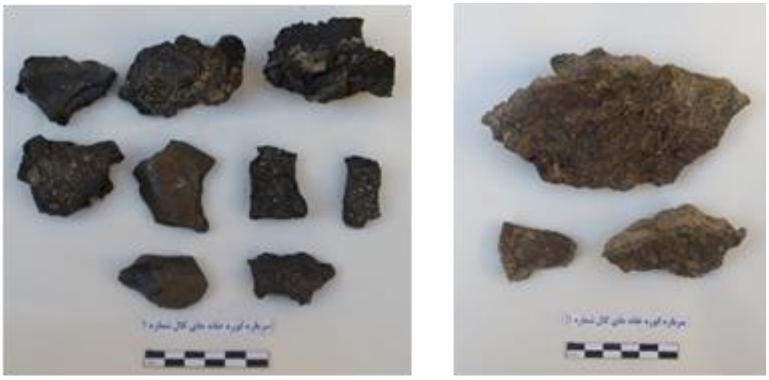




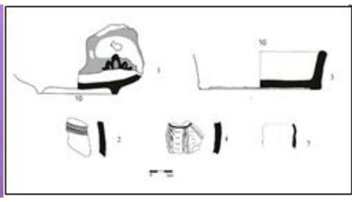
تصویر ۵: معماری کوره‌های خانه کال (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۷: فضاهای اسکان کارگران کوره‌های خانه کال (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ٦: سرباره کوره‌های خانه کال (مأخذ: نگارندگان)


تصویر ۸: سفال کوره‌های خانه کال-سطح بیرونی (مأخذ: نگارندگان). تصویر ۹: سفال کوره‌های خانه کال-سطح درونی (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز پیش‌کویر ظاهر پروده

محوطه پیش‌کویر ظاهر پروده بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۵۲۸۵۷۸/ ۳۶۵۰۶۱۵ با ارتفاع متوسط ۶۶۹ از سطح دریا واقع است (تصویر ۱۰). این محوطه به فاصلهٔ ۸/۵ کیلومتری جنوب‌شرقی روستا پروده در حاشیهٔ کویر لوت قرارگرفته است. این محوطه مربوط به ذوب مس بوده که به‌طور کامل تخریب‌شده و تنها نشانه وجود کوره سرباره‌ها بوده که روی سطح مشخص است. این محوطه هم‌سطح با محیط اطراف است. غیر از سرباره‌های پراکنده در محدوده کوره هیچ شی منقولی به دست نیامده است (تصاویر ۱۱، ۱۲). درخت تاغ که در اطراف کوره به‌عنوان پوشش گیاهی است، منبع سوخت کوره بوده است. در قسمت غرب محوطه انباشت سرباره به ارتفاع ۱ متر قرار دارد. به دلیل قرارگیری کوره در کویر، بخش اعظم کوره به دلیل فرسایش بادی و حرکت شن‌های روان، تخریب و از بین رفته است.



تصویر ۱۰: موقعیت محوطه پیش‌کویر ظاهر پروده در تصویر ماهواره‌ای (مأخذ: **URL4**)




تصویر ۱۱: محوطه پیش‌کویر ظاهر پروده-دید از شمال (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۱۲: سرباره محوطه پیش‌کویر ظاهر پرووه (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز اِشغال مس

محوطه اِشغال مس بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۵۲۲۱۱۱/ ۳۶۶۵۱۵۵ با ارتفاع متوسط ٦٨٤ از سطح دریا واقع است (تصویر ۱۳). این محوطه به فاصله ۹/۵ کیلومتری شمال‌غرب روستا پرووه قرارگرفته است. به دلیل قرارگیری این محوطه در میان کویر، دسترسی به این اثر از طریق راهنمای محلی امکان‌پذیر است، این اثر از چهار جهت با دشت و بیابان و مسیل‌هایی هم‌جوار است. محوطه اِشغال مس در حاشیهٔ کویر لوت قرارگرفته است. این محوطه مربوط به ذوب مس بوده که به‌طور کامل تخریب‌شده و تنها نشانه وجود کوره سرباره‌ها بوده که بر روی سطح مشخص است. این محوطه هم‌سطح با محیط اطراف است. غیر از سرباره‌های پراکنده در محدوده کوره، هیچ شی منقولی به دست نیامده است (تصاویر ١٤، ١٥). درخت تاغ در اطراف محوطه به‌عنوان پوشش گیاهی، منبع سوخت کوره بوده است. در قسمت غرب محوطه انباشت سرباره به ارتفاع ۱ متر قرار دارد. در سمت غرب و شرق محوطه مسیل‌هایی از شمال به جنوب امتداد دارد.



تصویر ۱۳: موقعیت محوطه اِشغال مس در تصویر ماهواره‌ای (مأخذ: URL5)



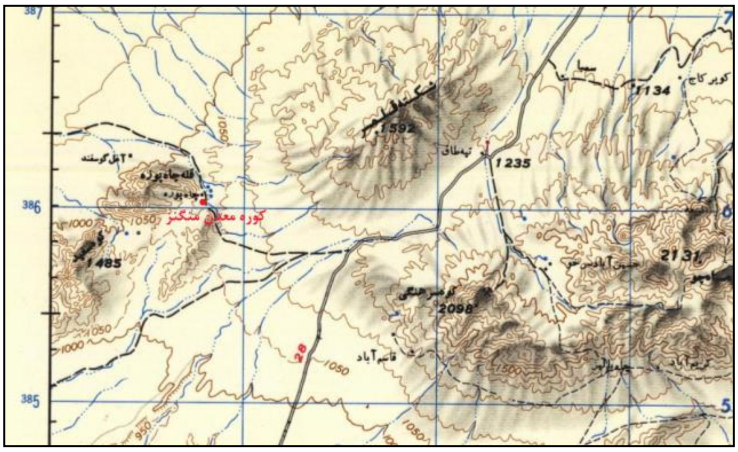
تصویر ١٤: محوطه اِشغال مس-دید از شمال (محمودی نسب، ۱۳۹۷: 53)



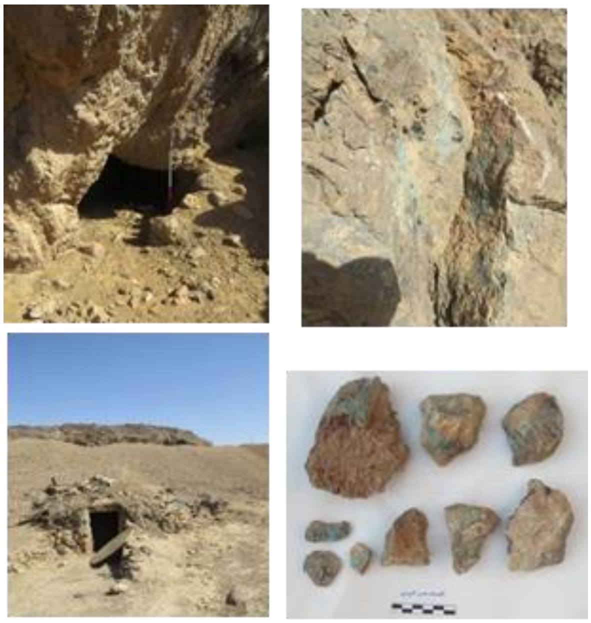
تصویر ۱۵: انباشت سرباره محوطه اِشغال مس (همان)

معدن کمربزی

کوه کمربزی در ۳۲ کیلومتری شمال عشق‌آباد در بخش دستگردان واقع شده است. در این کوه معادنی متروکه قرار دارد که سال‌هاست استخراجی از آن‌ها صورت نمی‌گیرد. راه دسترسی به این منطقه از طریق جاده خاکی است که از کیلومتر ۳۰ جاده عشق‌آباد به کاشمر منشعب می‌شود (نقشه ۳). دهانه‌های معدن رو به جنوب است و در کمر کوهی قرارگرفته‌اند که حدود ۳۰ متر ارتفاع دارد. بستر زمین در این منطقه سنگلاخی است. چشم‌انداز اطراف را کوه‌های کم ارتفاع در اطراف تشکیل می‌دهد. بقایای کورۀ ذوب فلز در این منطقه نیز قابل‌رؤیت است. پوشش گیاهی را بوته‌های خودرو نظیر اسپند، درمنه و خارشتری تشکیل می‌دهد. در معدن کمربزی چند حفره به‌صورت افقی با ابعاد مختلف در کنار هم ایجاد شده است (تصویر ۱۶). دهانۀ این حفره‌ها رو به جنوب بوده و برای جلوگیری از ریزش سنگ و خاک، بالا و دو طرف ورودی را سنگ‌چین کرده‌اند. این حفره‌ها در حدود ٦ متر از سطح زمین‌های اطراف ارتفاع داشته و در وسط کوهی کم ارتفاع قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد که دهانۀ اصلی‌ترین و بزرگ‌ترین آن‌ها حدود ۱/۲۰ متر ارتفاع دارد که بعد از ورود به آن به چند حفره دیگر منشعب می‌شود. این حفره‌ها در عمق ۲ تا ۴ متری به‌وسیله سنگ و گل مسدود شده‌اند. نکته قابل‌توجه در این اثر، وجود رگه‌های نازک فیروزه رنگی است که در فاصله‌های مختلف دیده می‌شود. در فاصله ۱۰ متری جنوب این معدن آثار کورۀ ذوب فلز و سرباره‌های ذوب قابل‌مشاهده است.



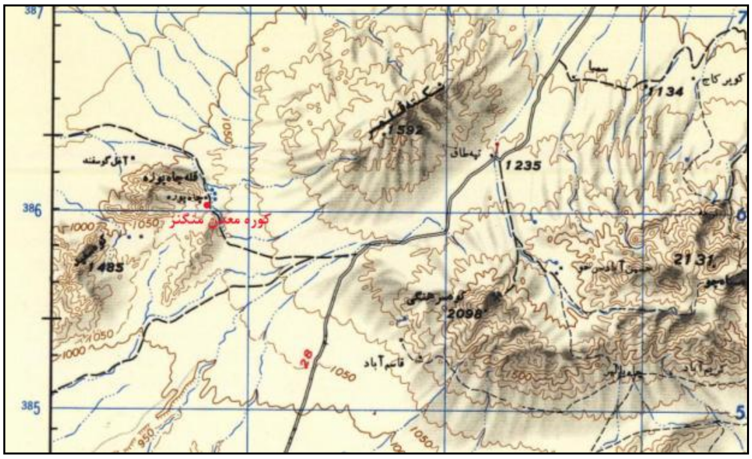
نقشه ۳: موقعیت جغرافیایی کوره و معدن کمر بزی (مأخذ: URL6)



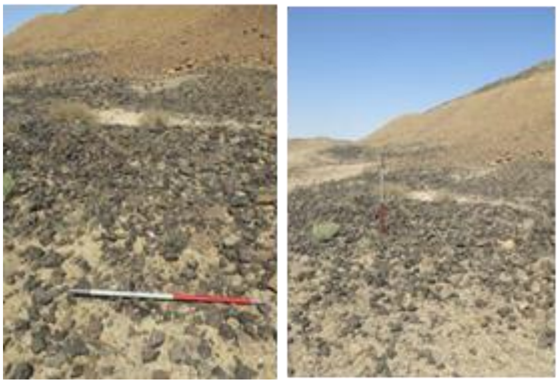
تصویر ١٦: معدن کمربزی به همراه کانسنگ و رگه‌های معدنی (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز کمربزی

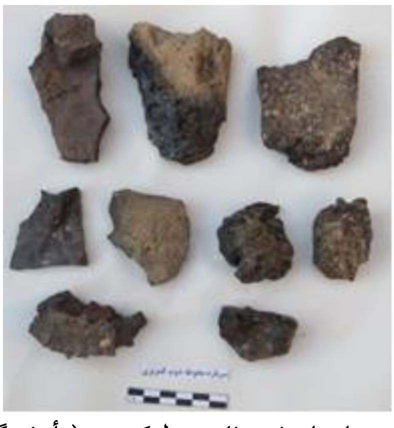
محوطه ذوب فلز بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۵۰۶۸۱۷/ ۳۸۳۲۵۷۹ با ارتفاع متوسط ۹۰۲ از سطح دریا است. این محوطه در مجاورت معدن کمربزی در فاصله ۱۰ متری جنوب آن در ۳۲ کیلومتری شمال عشق‌آباد واقع شده است. راه دسترسی به این منطقه از طریق جاده خاکی است که از کیلومتر ۳۰ جاده عشق‌آباد به کاشمر منشعب می‌شود (نقشه ۴). بقایای دو کورهٔ ذوب فلز در این منطقه نیز قابل‌مشاهده است. علاوه بر بقایای کوره که نشان از وجود کوره دارد، سرباره‌ها ذوب نیز در سطح محوطه پراکنده و مشخص است (تصاویر ۱۷، ۱۸). غیر از سرباره-های پراکنده در محدوده کوره هیچ شی منقولی به دست نیامده است. احتمالاً بقایای کوره‌های ذوب فلزاتی از قبیل مس و سرب است. پوشش گیاهی را بوته‌های خودرو نظیر اسپند، درمنه و خارشتری تشکیل می‌دهند.



نقشه ٤: موقعیت جغرافیایی کوره و معدن کمر بزی (مأخذ: URL7)



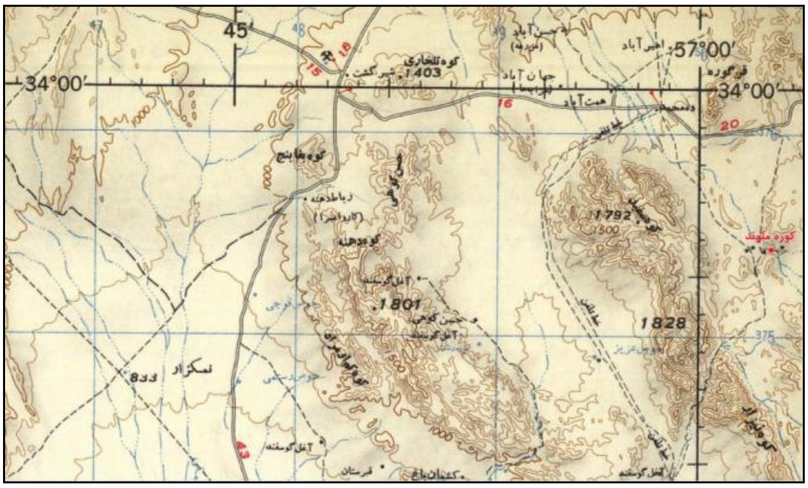
تصویر ۱۷: محوطه ذوب فلز کمر بزی (مأخذ: نگارندگان)



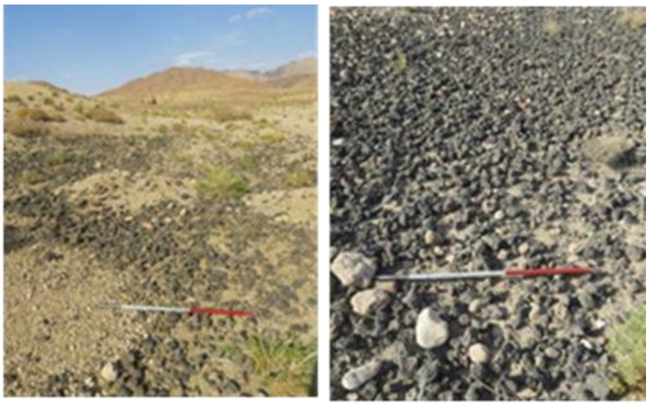
تصویر ۱۸: سرباره‌های ذوب فلز محوطه کمر بزی (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز ملوند

محوطه ذوب ملوند در بخش دستگردان طبس در فاصلهٔ یک کیلومتری شرق روستای ملوند (نقشه ۵) و پشت استخر روستا مشرف‌به رودخانه‌ای فصلی واقع شده است. تنها نشانه وجود کوره سرباره‌ها بوده که روی سطح مشخص است (تصاویر ۱۹، ۲۰) غیر از سرباره‌های پراکنده در محدوده کوره، هیچ شی منقولی به دست نیامده است. در سطح محوطه ملوند مانند سایر محوطه‌های مشابه منطقه هیچ‌گونه آثار و سازه معماری به چشم نمی‌خورد. این اثر محوطه‌ای است که در آن عارضه‌ای از سرباره‌های ذوب وجود دارد و ارتفاع بلندترین نقطه آن از سطح زمین‌های اطراف، بالغبر ۵۰ سانتی‌متر است. گستردگی این سرباره‌ها تا شعاع ۵۰ متری ادامه پیدا می‌کند که احتمالاً بقایای کوره‌های ذوب فلزاتی از قبیل مس و سرب است.



نقشه ۵: موقعیت جغرافیایی محوطه ملوند (مأخذ: URL8)



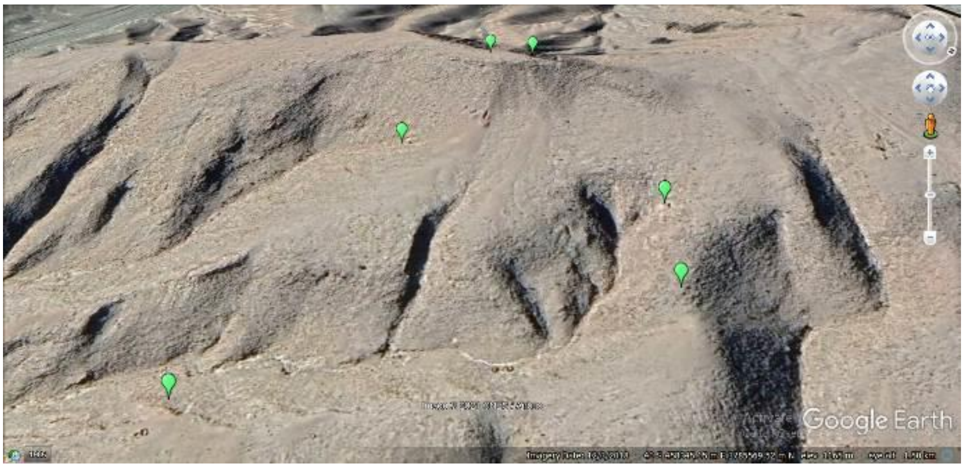
تصویر ۱۹: محوطه ذوب فلز ملوند (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۰: سرباره‌های ذوب فلز محوطه ملوند (مأخذ: نگارندگان)

معدن کوه تلخاب

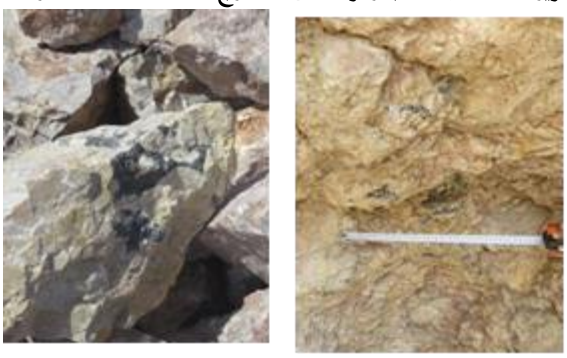
معدن کوه تلخاب در منطقه‌ای کوهستانی و در کوهی معروف به تلخاب قرار دارد. یکی از دلایل نام‌گذاری این کوه به تلخاب، وجود چشمه‌ای به فاصلهٔ یک کیلومتری شمال‌غرب اثر و در دامنه کوهی است که به چشمه تلخاب معروف است. قسمت غرب چشمه، کویر مرکزی ایران قرار دارد. دسترسی به این معدن از طریق جاده خاکی که در شمال‌شرق روستا پیرحاجات است که به سمت عشق‌آباد منتهی می‌شود (تصویر ۲۱). بعد از طی مسیری حدود ۱۷ کیلومتر و مسیری که از جاده خاکی جداگشته و از طریق یک رودخانه به محله دامداری احمد رحیمی از اهالی استان منتهی می‌شود و از این محله دامداری در ارتفاعات شمال‌غرب آن بعد از طی حدود ۲/۵ کیلومتر پس از عبور از کوه و دره به این معدن می‌رسیم. محیط پیرامونی این معدن را کوه و دره احاطه کرده است. منبع آب این معدن رودخانه‌های فصلی است که در چهار طرف این اثر قرارگرفته است. پوشش گیاهی اطراف معدن را درختان بادامشک و بوته‌های درمنه تشکیل می‌دهد. استخراج از این معدن به‌صورت حفر تونل افقی و عمودی انجام شده است (تصویر ۲۲). معدن کوه تلخاب مربوط به استخراج سرب بوده است (تصویر ۲۳). در کنار معدن اتاقک‌هایی نیز جهت استراحت کارگران قرارگرفته است. این اتاقک‌ها معمولاً به‌صورت خشکه‌چین و فاقد سقف بوده است (تصویر ۲۴).



تصویر ۲۱: موقعیت معدن تلخاب در تصویر ماهواره‌ای (مأخذ: URL9)



تصویر ۲۲: معدن تلخاب و تونل‌های استخراج کانسنگ (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۳: رگه‌های سرب معدن تلخاب (مأخذ: نگارندگان)

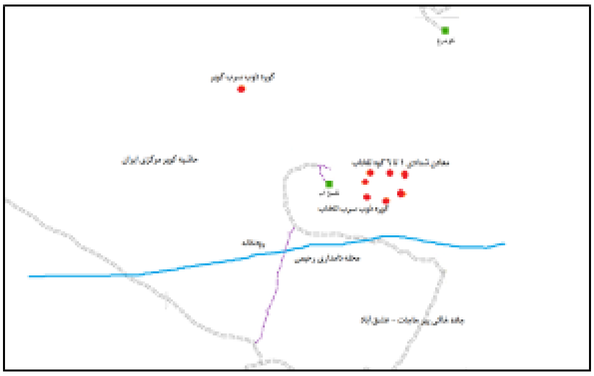




تصویر ۲۴: فضاهای مسکونی معدن تلخاب (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز تلخاب

محوطه ذوب فلز تلخاب بر اساس نقطه (UTM) در طول و عرض جغرافیایی ۰۴۵۸۴۶۵ /۳۷۸۵۲۳۳ با ارتفاع متوسط ۱۱۷۰ از سطح دریا واقع شده است. این محوطه در مجاورت معدن تلخاب در فاصله ۵۰ متری غرب آن قرار دارد. دسترسی به این محوطه از طریق جاده خاکی در شمال‌شرق روستا پیرحاجات است (نقشه ٦) که به سمت عشق‌آباد منتهی می‌شود. بعد از طی مسیری حدود ۱۷ کیلومتر و مسیری که از جاده خاکی جدا گشته و از طریق یک رودخانه به محله دامداری احمد رحیمی از اهالی استان منتهی می‌شود و از این محله دامداری در ارتفاعات شمال غرب آن بعد از طی حدود ۲/۵ کیلومتر پس از عبور از کوه و دره به این محوطه و معدن می‌رسیم. منبع آب این محوطه رودخانه‌های فصلی است که در چهار طرف آن گرفته است. تنها نشانه وجود کوره سرباره‌ها بوده که روی سطح مشخص است (تصاویر ۲۵، ۲٦). غیر از سرباره‌های پراکنده در محدوده کوره، هیچ شی منقولی به دست نیامده است. در سطح محوطه ملوند مانند سایر محوطه‌های مشابه منطقه هیچ‌گونه آثار و سازه معماری مشاهده نمی‌شود، که احتمالاً بقایای کوره‌های ذوب فلزاتی از قبیل مس و سرب است. پوشش گیاهی اطراف محوطه را درختان بادامشک و بوته‌های درمنه تشکیل می‌دهد.



نقشه ٦: مسیر دسترسی به محوطه و معدن تلخاب (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۵: سرباره محوطه ذوب فلز تلخاب (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۶: محوطه ذوب فلز تلخاب (مأخذ: نگارندگان)

محوطه ذوب فلز سرب کویر

محوطه و کوره سرب کویر در حاشیهٔ دشت کویر قرار دارد. دسترسی به این کوره از طریق جاده خاکی که در شمال‌شرق روستا پیرحاجات است که به سمت عشق‌آباد منتهی می‌شود (تصویر ۲۷). بعد از طی مسیری حدود ۲۷ کیلومتر و مسیری که از جاده خاکی جداگشته و از طریق یک رودخانه به محله دامداری احمد رحیمی از اهالی استان منتهی می‌شود و از این محله دامداری در مسیر رودخانه بعد از طی حدود سه کیلومتر پس از عبور از رودخانه و اتمام مسیر کوهستانی به سمت شمال در حاشیه کویر مرکزی حرکت کرده و بعد از طی حدود ۷ کیلومتر در راستای کوه‌های تلخاب دسترسی به این کوره امکان‌پذیر می‌شود. محیط پیرامونی این کوره را دشت احاطه کرده است. منبع آب این کوره رودخانه‌های فصلی است که از شمال و جنوب کوره می‌گذرد. پوشش گیاهی اطراف این کوره را درختان تاغ، قیچ و همین‌طور گز تشکیل می‌دهد. این مسیل‌های از کوه‌های تلخاب و گو مرغ به سمت کویر سرازیر می‌شود. این اثر با کاربرد خدماتی بوده است. کوره سرب کویر در دامنه کوه‌های تلخاب و در حاشیه کویر مرکزی قرارگرفته و مربوط به ذوب فلز سرب است. این کوره به‌طور کامل تخریب‌شده و تنها نشانه وجود کوره، سرباره‌ها و بقایای معماری کوره و فضای مسکونی روی سطح مشخص است (تصاویر ۲۸-۳۰). ارتفاع این کوره نسبت به محیط اطراف نیم متر است. سنگ سرب مورداستفاده برای ذوب در این کوره از معادن شدادی کوه تلخاب که به فاصلهٔ ٦ کیلومتری جنوب شرقی اثر روی بلندی کوه‌های تلخاب بوده، تأمین می‌شده است. بقایای معماری کوره نشان می‌دهد که محیط این کوره به‌صورت مدور و دارای ابعاد ۲×۲/۵ متر است. همچنین اطراف کوره سنگ‌هایی از جنس کوارتز مشاهده می‌شود که احتمالاً از این سنگ برای ذوب بهتر فلزات استفاده می‌کردند و در اصطلاح محلی به آن سنگ کمک‌ذوب می‌گویند. احتمالاً این کوره از نوع کوره‌های تنوره‌ای بوده است که معمولاً با چوب کوره را روشن و حرارت را ایجاد می‌کردند. با توجه به اینکه این کوره از نوع کوره تنوری است، به‌احتمال دارای پوشش گنبدی بوده و دود حاصل از آتش داخل تنوره از دودکشی در سقف به بیرون هدایت می‌شده است. علاوه بر دودکش سقف کوره، در داخل کوره و روی بدنه دیوار نیز دودکش‌هایی برای انتقال دود ساخته شده است. غیر از سرباره‌های پراکنده در محدوده کوره، هیچ شی منقولی به دست نیامده است. در ضلع جنوبی این کوره بقایای معماری دو فضا مسکونی که احتمالاً از چینه ساخته‌شده قابل‌رؤیت است که ورودی این فضا از جنوب میسر می‌شود. سوخت کوره از چوب درخت تاغ محیط اطراف کوره تأمین می‌شده است.



تصویر ۲۷: موقعیت کوره ذوب فلز سرب کویر در تصویر ماهواره‌ای (مأخذ: URL10)

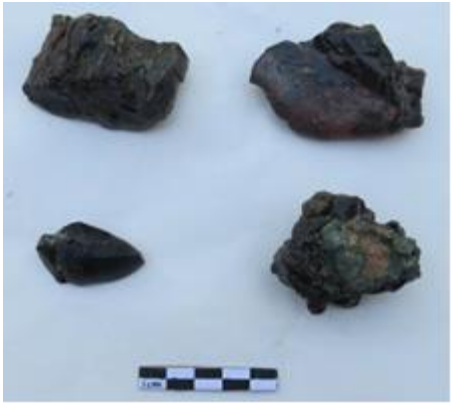




تصویر ۲۸: بقایای فضای معماری کوره ذوب فلز سرب کویر (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۲۹: بقایای فضای معماری کوره ذوب فلز سرب کویر (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۳۰: سرباره کوره ذوب فلز سرب کویر (مأخذ: نگارندگان)

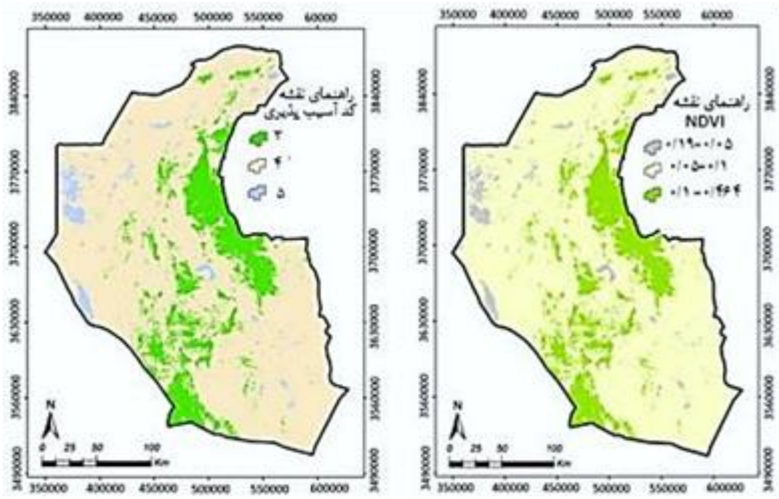
تحلیل داده‌ها و مدارک باستان‌شناسی

بلوک لوت با ریخت‌شناسی عمومی، فرورفتگی بیضی‌شکلی در کوه‌ها محصورشده است. مهم‌ترین شهرهای امروزی اطراف این دشت شامل کرمان، بم، راور و فهرج در غرب محمدآباد در جنوب زاهدان و نهبندان در شرق بیرجند در شمال شرق و طبس در شمال هستند (نظافتی، ۱۳۹۶:۱). کویر لوت از نظر باستان‌شناسی و فلزکاری و معدن‌کاری حائز اهمیت است. در دو سوی این بیابان محوطه‌های باستان‌شناسی پراهمیتی چون شهداد، تپه یحیی، تل ابلیس و شهر سوخته واقع‌شده‌اند که حاوی قدیمی‌ترین آثار فلزکاری شرق ایران است. از این‌رو، بیابان لوت و مناطق پیرامونی آن به‌احتمال بسیار زیاد نقش اصلی را در تأمین مواد

اولیه این کارگاه‌های فلزگری باستانی داشته‌اند. یکی از این مناطق شهرستان طبس در حاشیه کویر لوت در استان خراسان جنوبی است. شهرستان طبس دربرگیرنده بخش‌های دیهوک، مرکزی و دستگردان است که در حاشیۀ کویر لوت در محاصره کویر لوت در جنوب و جنوب‌شرق و دشت کویر در غرب و شمال‌غرب قرارگرفته است. علاوه بر برداشت معادن طی دوره معاصر، وجود معادن باستانی در این منطقه نشان اهمیت زمین‌شناسی این منطقه در گذشته بوده است. با توجه به اقلیم شهرستان طبس، میزان بارش کم، درجه حرارت بالا، جنس خاک و سایر شرایط طبیعی و جغرافیایی در منطقه، پوشش گیاهی برحسب میزان رطوبت تغییر می‌کند. بخش عمده‌ای از اراضی منطقه فاقد پوشش است که به‌طور عمده کویر مرکزی و کویر لوت را در برمی‌گیرد (کاشکی، ۱۳۷۹: ۴۸).

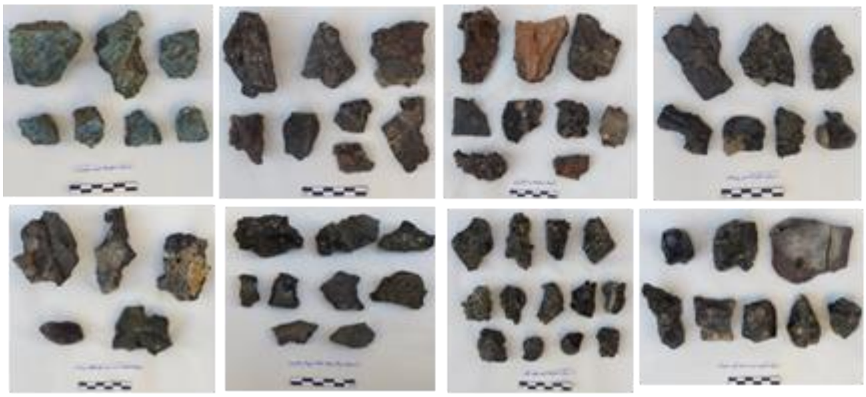
شهرستان طبس از نظر پوشش گیاهی متنوع است (نقشه ۷) و از جنبه‌های مختلفی مانند تأمین مواد غذایی برای دام‌ها، تأمین مواد سوختی، پرورش حیات‌وحش، تأمین مصالح ساختمانی برای انسان، حائز اهمیت است. پوشش گیاهی در دشت طبس شامل گیاهانی چون شور، قیچ، گز و تاغ هستند (تصویر ۳۱). امروزه بیش از گذشته مشخص‌شده است که بلوک لوت و مناطق هم‌جوار آن میزبان کانی‌سازی‌های متنوعی از مس، سرب، روی و غیره است. نمونه سرباره‌های ذوب فلز موردمطالعه که به‌صورت تصادفی هم از سطح محوطه‌ها و هم از درون کوره‌ها انتخاب شده است، به لحاظ فرم و شکل ظاهری دارای شکل براق و شیشه‌ای و همچنین نمونه‌هایی داری تخلخل در سطح آن‌ها بودند. سرباره‌های مطالعاتیِ جمع‌آوری‌شده از محوطه‌ها با توجه به رنگ (درصد بالای ترکیبات سیلیکاته آهن در سرباره، رنگ آن بیشتر به سیاه تا خاکستری تیره تمایل دارد و سطح قطعات بسیار براق و شیشه‌ای است. سرباره‌های ذوب مس با رنگ سیاه تا قهوه‌ای روشن که در بافت خود شیارهای قرمزی آشکار می‌سازند ناشی از وجود اکسیدهای مس است)، بافت، رنگ پودر، تخلخل (تخلخل در اکثر سرباره‌ها به‌وفور دیده می‌شود این تخلخل یا ناشی از وجود حفرات گازی است که در اثر عملیات ذوب حرارت دیده و فرار بوده و از سیستم خارج شده‌اند و یا در برخی موارد وجود کانی‌های فرعی باعث به وجود آمدن تخلخل در بافت سرباره می‌گردد. در برخی موارد از روی مقدار تخلخل و موقعیت زمین‌شناسی منطقه می‌توان به وجود نوع گازهای نادر در محیط یا کانسار نظیر آرسنیک پی برد.

در سرباره‌های با تخلخل بالا گاهی قطعات مواد سوختنی نظیر زغال چوب نیز دیده می‌شود)، ساختار، خوردگی و وزن حجمی خود مشخصات ظاهری متفاوتی را نشان می‌دهند که به نظر می‌رسد با توجه به شواهد ظاهری همچون رنگ، بافت و تخلخل موجود در سرباره (تصویر ۳۲) و همچنین وجود رگه‌های مس در معادن خانه‌های کال و کمربزی و نوع کانسنگ (تصویر ۳۳)، فلز مورد استحصال مس بوده است. کوره‌های شناسایی‌شده در پهنۀ فرهنگی طبس که در بخش دیهوک شناسایی شدند، به فاصله‌ی ۱۲۰۰ متری معدن آن واقع شده است. حدود پنج کوره در این محیط شناسایی شده است که تنوره دو کوره و سرباره-هایی که اطراف آن ریخته نسبتاً سالم‌تر و بقایای معماری این کوره‌ها مشهود است. بقایای معماری کوره نشان می‌دهد که محیط این کوره‌ها به‌صورت مدور بوده است (تصویر ۳۴). با توجه به کوره‌های باقی‌مانده، این کوره‌ها از نوع کوره‌های تنوره‌ای بوده که معمولاً با چوب کوره را روشن و حرارت را ایجاد می‌کردند. استخراج معادن در منطقه طبس به روش استخراج زیرزمینی و حفر تونل‌های عمودی و افقی بوده است (تصویر ۳۵) که پس از انتقال قطعات کانی به کارگاه‌ها و کوره‌های ذوب فرایند ذوب انجام شده است. گاه‌نگاری محوطه‌ها و معادن منطقه موردمطالعه به جهت موقعیت جغرافیایی و قرارگیری آن در کویر لوت، شواهد فرهنگی بر اثر حرکت شن‌های روان در طول زمان و پوشیده شدن شواهد، موجب شده که اطلاعات کمتری داشته باشیم. بااین‌وجود، با توجه به سفال اندک به‌دست‌آمده چنین می‌توان بیان داشت که این معادن در دوران سلجوقی تا تیموری فعال بوده‌اند (جدول ۱).

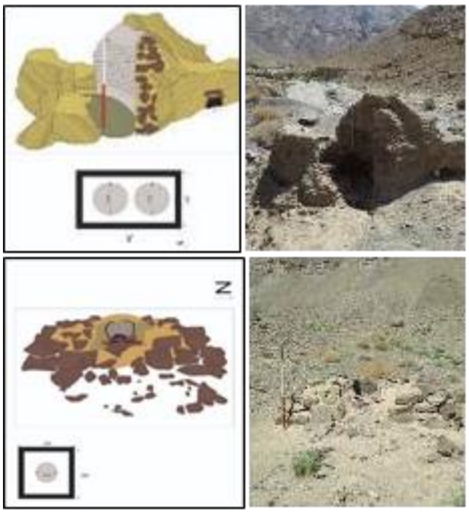


نقشه ۷: پوشش گیاهی (نقشه NDVI) شهرستان طبس (موسویان و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۷۳)


تصویر ۳۱: پوشش گیاهی طبس در حاشیهٔ کویر لوت (مأخذ: نگارندگان)


تصویر ۳۲: نمونه سرباره‌های محوطه‌های بخش دیهوک (مأخذ: نگارندگان)


تصویر ۳۳: معادن به همراه کانسنگ و رگه‌های مس در پهنهٔ فرهنگی طبس (مأخذ: نگارندگان)

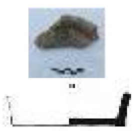


تصویر ۳۴: کوره‌های خانه‌های کال بخش دیهوک (مأخذ: نگارندگان)



تصویر ۳۵: نوع استخراج معادن در پهنهٔ فرهنگی طبس (مأخذ: نگارندگان

جدول ۱: ویژگی‌های سفالینه‌های منطقه طبس (مأخذ: نگارندگان)

ردیف	محل کشف	عکس و طرح سفال	مشخصات	بخش	شاکله نقوش	دوره	منبع مقایسه
۱/	خانه‌های کال		خمیره قرمز، آمیزه ماسه، پخت کافی، چرخ‌ساز، دارای پوشش لعاب در بیرون و درون، تزئین نقاشی زیر لعاب در درون	کف	نقوش اسلیمی سیاه در زیر لعاب	قرون میانی	(وحدتی، ۱۳۸۹: ۱۲٦ تصویر ۹۲، ۹۳) (موسوی حاجی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۹۲، تصویر ۱۳) (عنانی، ۱۳۹۵: ۱۴۸/۱) (صدیقیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۹۳/۲) (قلی‌نژاد، ۱۳۹٤: ۲۱۸/۲، ۷۹۱)
۲	خانه‌های کال		خمیره قرمز، آمیزه ماسه، پخت کافی، چرخ‌ساز، دارای پوشش لعاب در بیرون و درون	کف و قسمتی از لبه	لعاب‌دار ساده	قرون میانی	(موسوی‌حاجی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۸۷، تصویر ۴)
۳	خانه‌های کال		خمیره نخودی، آمیزه ماسه، پخت	بدنه		قرون میانی	(موسوی‌حاجی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۸٦، تصویر ۲)

			کافی، بدون لعاب، رنگ نخودی در قسمت بیرونی و درونی، چرخ‌ساز		نقوش کنده و فشاری		(صدیقیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲۵۰/۲) (صدیقیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۱۲/۱) (عنانی، ۱۳۹۴: ۵۳/۱، ۹۵) (عنانی، ۱۳۹۴: ۳۰۲/۲، ۱۳۱)
٤	خانه‌های کال		خمیره قرمز، آمیزه ماسه، پخت کافی، بدون لعاب، رنگ بیرون قرمز در قسمت درونی نخودی و درونی، چرخ‌ساز	بدنه	نقش کنده	قرون میانی	(موسوی‌حاجی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۸۶، تصویر ۲) (عنانی، ۱۳۹۴: ۳۰۲/۲، ۱۳۱) (قلی‌نژاد، ۱۳۹۴: ۴٤۱/۲) (صدیقیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۱۲/۱)
٥	خانه‌های کال		خمیره قرمز، آمیزه ماسه، پخت کافی، چرخ‌ساز، دارای پوشش لعاب در بیرون و درون، تزئین نقاشی زیر لعاب در درون	لبه	نقوش اسلیمی سیاه در زیر لعاب	قرون میانی	(موسوی‌حاجی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۹۲، تصویر ۱۳) (قلی‌نژاد، ۱۳۹۴: ۶۸۰/۲)

نتیجه‌گیری

شهرستان طبس در حاشیه کویر لوت در استان خراسان جنوبی دربرگیرنده بخش‌های دیهوک، مرکزی و دستگردان است که در حاشیهٔ کویر لوت در محاصره کویر لوت در شرق و دشت کویر در غرب و شمال‌غرب قرارگرفته است. در این منطقه فرهنگی شواهد بسیار زیادی از محوطه‌های ذوب و همچنین کانسارهای معدنی وجود دارد که هم از لحاظ شواهد ذوب و استحصال فلز و هم به‌واسطهٔ وجود شواهد استخراج فلز، حائز اهمیت است. از مهم‌ترین این محوطه‌های شناسایی‌شده می‌توان به محوطه و کوره‌های خانه کال، محوطه‌های ذوب فلز نجف‌آباد، چشمه کوه دیهوک، مس پروده، اشغال مس، پیش‌کویر طاهر پرورده، خاکی پروده، ملوند، کمربزی، چشمه شیر، تلخاب، سرب کویر و همچنین معادن خانه‌های کال، تلخاب و کمربزی اشاره کرد. مواد فرهنگی پراکنده در سطح محوطه‌های مذکور، غالباً سرباره هستند. نمونه‌برداری از محوطه‌های سرباره ذوب فلز به‌صورت تصادفی انجام شد که در این نمونه‌برداری سعی بر آن بود هم از سطح محوطه‌ها و هم از درون کوره‌ها نمونه‌برداری انجام شود. نمونه‌های انتخابی به لحاظ فرم و شکل ظاهری دارای شکل براق و شیشه‌ای و همچنین نمونه‌هایی داری تخلخل در سطح آن‌ها بودند. مهم‌ترین کوره‌های شناسایی‌شده در پهنهٔ فرهنگی طبس، کوره‌های خانه‌های کال در بخش دیهوک است که در یک محیط کوهستانی در میان دره‌ای واقع شده‌اند. این کوره‌ها مربوط به کوره ذوب مس بوده که کانسنگ موجود از کوه‌هایی به فاصلهٔ ۱۲۰۰ متری در شرق این کوره‌ها استخراج و به این مکان آورده شده است. حدود پنج کوره در این محیط شناسایی شده است که تنوره دو کوره و سرباره‌هایی که اطراف آن ریخته نسبتاً سالم‌تر و بقایای معماری این کوره‌ها مشهود است. بقایای معماری کوره نشان می‌دهد که محیط این کوره‌ها به‌صورت مدور بوده است با توجه به کوره‌های باقی‌مانده، این کوره‌ها از نوع کوره‌های تنوره‌ای بوده که

معمولاً با چوب کوره را روشن و حرارت را ایجاد می‌کردند. پوشش گیاهی غنی اطراف این کوره‌ها موجب شده که در تأمین سوخت کوره مشکلی نباشد. با توجه به اینکه این کوره‌ها از نوع کوره تنوری است، به‌احتمال دارای پوشش گنبدی بوده و دود حاصل از آتش داخل تنوره از دودکشی در سقف به بیرون هدایت می‌شده است.

استخراج معادن قدیمی همچون معادن جدید بر دو گونه عملیات اصلی زیرزمینی و فضای روباز بوده است. شیوۀ زیرزمینی عبارت بود از حفر گودال به‌طور عمودی در خاک و سپس حرکت در راهروهای افقی تا وقتی‌که به رگه‌های معدنی می‌رسیدند. فن حفر کردن گودال‌های عمودی و تونل‌های افقی، فن آشنایی در جهان اسلامی بود که در ساخت قنات‌ها استفاده می‌شد، اما اغلب بیشتر معدنچی‌ها ترجیح می‌دادند که به‌جای حفر گودال‌های عمودی در دامنه‌های یک کوه، راهروهای افقی حفر کنند و رگه‌ها را پی بگیرند. این روش تنها زمانی می‌توانست مورداستفاده قرار گیرد که زمین مناسب باشد، اما روش مذکور برای معدنچی‌ای که به‌طور خصوصی کار می‌کرد آسان‌تر و کم‌خرج‌تر بود. در معادن روباز کانی‌ها بر روی سطح مشخص است و نیاز به تونل زدن و همین‌طور پیگردی رگه‌های معدنی نیست. در استخراج معادن روباز با توجه به حجم زیاد مواد معدنی، این معادن به‌صورت چاله‌هایی بر روی سطح برداشت می‌شود. این نوع برداشت مواد معدنی به نیرو و زمان زیادی نیاز ندارد و معمولاً سطح شیب‌داری به مکان برداشت مواد معدنی با عمیق شدن چاله برداشت جهت انتقال و تفکیک کانی (کانه‌آرایی) و انتقال آن به کوره‌های ذوب ایجاد می‌شود. در منطقه طبس شاهد روش استخراج زیرزمینی هستیم که پس از انتقال قطعات کانی به کارگاه‌ها و کوره‌های ذوب فرایند ذوب انجام شده است. در زمینه محوطه‌های ذوب و همچنین نحوه تهیه سوخت برای ذوب کانی‌ها در منطقه طبس درخت بادامشک، درختچه‌های قیچ و تاغ بوته‌های درمنه به فراوانی می‌روید. مشکل اصلی در مطالعۀ چنین آثاری، بحث گاه‌نگاری است. با توجه به کمی مواد فرهنگی همچون سفال‌های شاخص، معمولاً نمی‌توان به‌سادگی این آثار و زمان بهره‌برداری از آن‌ها را تاریخ‌گذاری کرد. همچنین قرارگیری بخش موردمطالعه در کویر لوت موجب شده تا شواهد فرهنگی بر اثر حرکت شن‌های روان در طول زمان و پوشیده شدن شواهد، اطلاعات کمتری داشته باشیم. از طرفی، با توجه به طول زیاد ورودی تونل‌های آن و حجم زیاد استخراج چنین می‌توان بیان داشت که بایستی استخراج از این معدن طی یک دوره زمانی طولانی‌مدت انجام شده باشد. بااین‌وجود، با توجه به سفال اندک به‌دست‌آمده دریافت می‌شود که این معادن در دوران سلجوقی تا تیموری فعال بوده‌اند.

فهرست منابع

۱. ***آرشیو سازمان نقشه‌برداری کشور.***

۲. آقانباتی، سید علی. (۱۳۸۳). ***زمین‌شناسی ایران.*** تهران: سازمان زمین‌شناسی کشور.

۳. ابن‌حوقل. (۱۳٤۵). ***صوره الارض.*** ترجمه جعفر شعار. تهران: بنیاد فرهنگ ایران.

٤. امینی، محمود. (۱۳۸۵). ***جغرافیای تاریخ شهرستان طبس.*** یزد: نیکو روش.

۵. بیگی‌هرچگانی، طیبه، و همکاران. (۱۳۹۴). «پژوهش‌های آرکئومتالورژی و معدنکاری کهن در خراسان جنوبی (با تکیه‌بر بررسی‌های باستان‌شناسی و آزمایش‌های پتروگرافی)». ***دومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران.*** مشهد: بی‌نا.

٦. حاجی علی‌لو، سولماز، و هایده لاله. (۱۳۹۲). «بررسی باستان‌شناختی پهنهٔ فرهنگی نیشابور از منظر معدن‌کاوی و فلزکاری کهن در دوران اسلامی». ***پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران.*** (شماره ۵)، ۱۰۱-۱۲۰.

۷. طلایی، حسن. (۱۳۸۱). «تکنولوژی فلز گری کهن در تپه سگزآباد دشت قزوین». ***مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران.*** (شماره ١٦٤)، ٥٤٧-٥٦٤.

۸. عباس‌نژادپرستی، رحمت. (۱۳۷٦). ***طرح پژوهشی فلزگری در منطقه جنوب شرق.*** دانشگاه سیستان و بلوچستان: منتشرنشده.

۹. عنانی، بهرام. (۱۳۹۴). ***گزارش بررسی باستان‌شناسی شهرستان بخش دستگردان شهرستان طبس.*** بیرجند: آرشیو اداره کل میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع‌دستی استان خراسان جنوبی. منتشرنشده

۱۰. فرمانی انوشه، نازیلا، و سیده نرگس ساداتی. (۱۳۹۴). «نگرشی ژرف به عنصر مس و کانی‌هاي همراه (دهنج، توتیا و روي) (در شعر فارسی با رویکرد زمین‌شناسی)». ***مجموعۀ مقاله‌هاي دهمین همایش بین‌المللی ترویج زبان و ادب فارسی***. اردبیل: دانشگاه محقق اردبیلی.

۱۱. فیضی، فرانک. (۱۳۸۲)، «مس و کانسارهای آن.» ***آموزش زمین‌شناسی***. (شماره ۳۴)، ۲۶-۳۰.

۱۲. قاسم‌نژاد، مریم (۱۳۹۶). «بررسی باستان‌شناسی محوطه‌های فلزگری کهن در شمال شرقی خراسان جنوبی مطالعه موردی: منطقه زیرکوه». ***پایان‌نامه کارشناسی ارشد***. بیرجند: دانشگاه بیرجند.

۱۳. قاسم‌نژاد، مریم، و همکاران. (۱۳۹۶). «معرفی کارگاه-های صنعتی کهن ذوب فلز با تکیه‌بر مطالعات باستان-شناسی (مطالعه موردی منطقه زیر کوه)». ***سومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران***. تهران: بی‌نا.

۱۴. کاشکی، محمدتقی. (۱۳۷۹). ***طرح شناخت مناطق اکولوژیک کشور (پوشش گیاهی منطقه فردوس)***. تهران: موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

۱۵. محمودی‌نسب، علی‌اصغر. (۱۳۹۷). ***بررسی باستان-شناسی بخش دیهوک و دهستان پیر حاجات شهرستان طبس، بیرجند***: آرشیو اداره کل میراث فرهنگی صنایع‌دستی و گردشگری خراسان جنوبی. منتشرنشده

۱۶. مستوفی، حمدالله. (۱۳۶۲). ***نزهه القلوب***. تصحیح گای لسترنج. تهران: دنیای کتاب.

۱۷. مقدسي، محمد بن احمد. (۱۳۶۱). ***احسن التقاسیم في معرفه الاقالیم***. ج۲. ترجمه علینقي منزوي. تهران: شرکت مؤلفان و مترجمان ایران.

۱۸. موسویان، سید محمدمهدی، و همکاران. (۱۳۹۹)، «ارزیابی تأثیر واگذاری معادن بر وضعیت آسیب‌پذیری بوم نظام‌های شهرستان طبس». مدیریت بیابان. (شماره ۱۵)، ۱۶۱-۱۷۸.

۱۹. موسوی‌حاجی، سید رسول، و همکاران. (۱۳۹۸). «سفال دوره اسلامی سیستان.» ***مجموعه مقالات شهر سوخته هنر و باستان‌شناسی حوزه دلتای رودخانه هیرمند از آغاز تا دوره تیموری***. به کوشش سید منصور سید سجادی. تهران: فرهنگستان هنر.

۲۰. نظافتی، نیما، و همکاران. (۱۳۹۶). «نقشه راه مطالعات معدنکاری و فلزکاری کهن در ایران.» ***پژوهه باستان‌سنجی***. (شماره ۱)، ۷۷-۹۸.

۲۱. نظافتی، نیما. (۱۳۹۶). «مروری بر زمین‌شناسی و منابع معدنی دشت لوت و اهمیت آن‌ها در معدن کاری کهن». ***مجموعه مقالات فرهنگ‌های پیش‌ازتاریخ بیابان لوت***. تهران: موزه ملی ایران.

۲۲. نوری‌زاده، سمیه، و همکاران. (۱۳۹۲). ***تدوین سند راهبردي شهرستان طبس***. معاونت استانداري و فرمانداري ویژه شهرستان طبس.

۲۳. نیکزاد، میثم، و همکاران. (۱۳۹۷). «پژوهشی بر فعالیت‌های معدن‌کاوی و ذوب فلز باستان در شهرستان خوسف، خراسان جنوبی». ***مجموعه مقالات همایش باستان‌شناسان جوان***. تهران: بنیاد ایران‌شناسی.

۲۴. هاشمی زرج‌آباد، حسن. (۱۳۹۲). «بررسی باستان-شناسی بخش شوسف نهبندان معرفی مراکز ذوب فلز». ***اولین همایش ملی باستان‌شناسی ایران***. بیرجند: بی‌نا.

۲۵. هاشمی زرج‌آباد، حسن، و همکاران. (۱۳۹۵). «پژوهش باستان‌شناسی ذوب فلزات در شرق ایران مطالعه موردی محوطه مسگران یکی از بزرگ‌ترین کارگاه‌های ذوب فلز در خراسان جنوبی». ***مجموعه مقالات قهستان در دینه***. به‌کوشش رضا خزاعی و بهرام عنانی. بیرجند: چهار درخت.

۲۶. هاشمی زرج‌آبادی، حسن، و عابد تقوی. (۱۳۹۱). «پژوهش‌های باستان‌شناسی معادن کهن در خراسان جنوبی، مطالعة موردی نویافته‌های مراکز کهن ذوب فلز شوسف نهبندان». ***مطالعات فرهنگی اجتماعی خراسان***. (شماره ۲۵)، ۱۷۰-۱۴۵.

۲۷. هیل، دونالد. (۱۳۸۱). «استخراج معدن در دوره اسلامی». ترجمه شهرام زارع. ***باستان پژوهی***. (شماره ۱۰)، ۲۲-۱۷.

28. Chegini, N, and et al. (2000). Preliminary report on archaeometallurgical investigations around the prehistoric site of Arisman near Kashan, western central Iran". ***Berlin, Archaologiche Mitteilungen Aus Iran und Turan***. (vol 32), 281-318.

29. Nezafati, N. and et al. (2008). "New insights into the ancient mining and metallurgical researches in iran". ***Ancient***

Mining in Turkey and the Eastern Mediterranean. Turkey: Atilim University.
30. Nikzad, M, and et al. (2016). "An investigation of ancient mining and metallurgy activities in Khosf county, South Khorasan province, Eastern edge of Lut Desert, Iran". ***The Journal Archäologische Mitteilungen aus Iran und Turan***. (vol 48), 59-76.
31. Oudbashi. Omid, and et al. (2012). ***Bronze in Archaeology: A Review of the Archaeometallurgy of Bronze in Ancient Iran, Copper Alloys - Early Applications and Current Performance Enhancing Processes***, Ed. Luca Collini, InTech, Rijeka, Croatia.
32. Thornton, C. P. (2009). “The emergence of complex metallurgy on the Iranian plateau: Escaping the
    a. Levantine paradigm”. ***Journal of World Prehistory***. (vol 22), 301-327.
33. Hashemi Zarjabad, H, and et al. (2015), "Archaeological Investigation of Metal Smelting In Eastern Iran, Case Study: Mesgaran Area, One of the Most Ancient Metal Smelting Plants in South Khorasan". ***International Journal of Review in Life Sciences***. (vol 8), 1092-1104.
34. URL 1: https://waterse.ir2021
35. URL 2: https://Google Earth.Com2021
36. URL 3: https://Google Earth.Com2021
37. URL 4: https://Google Earth.Com2021
38. URL 5: https://Google Earth.Com2021
39. URL 6: https://ncc.gov.ir/
40. URL 7: https://ncc.gov.ir/
41. URL 8: https://ncc.gov.ir/
42. URL 9: https://Google Earth.Com2021
43. URL 10: https://Google Earth.Com2021